

**WEST****End of Result Set**

Generate Collection

Print

L4: Entry 1 of 1

File: EPAB

Aug 5, 1999

PUB-NO: DE019804326A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 19804326 A1

TITLE: Sensor especially for measuring the viscosity and density of a liquid or gas

PUBN-DATE: August 5, 1999

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

HAHN, DIETMAR DR

DE

FLIK, GOTTFRIED DR

DE

HERRMANN, FALK

DE

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

BOSCH GMBH ROBERT

DE

APPL-NO: DE19804326

APPL-DATE: February 4, 1998

PRIORITY-DATA: DE19804326A (February 4, 1998)INT-CL (IPC): G01 N 11/16; G01 N 9/00; G01 H 1/00EUR-CL (EPC): G01N011/16; G01N009/00

## ABSTRACT:

CHG DATE=19991202 STATUS=N>A sensor has a bending tongue (1) which is mechanically coupled to a vibrator (13) for vibration in the test medium. Preferred Features: The bending tongue (1) consists of silicon nitride, silicon oxide, metal or their mixture.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 04 326 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 N 11/16**  
G 01 N 9/00  
G 01 H 1/00

⑲ Aktenzeichen: 198 04 326.0  
⑳ Anmeldetag: 4. 2. 98  
㉔ Offenlegungstag: 5. 8. 99

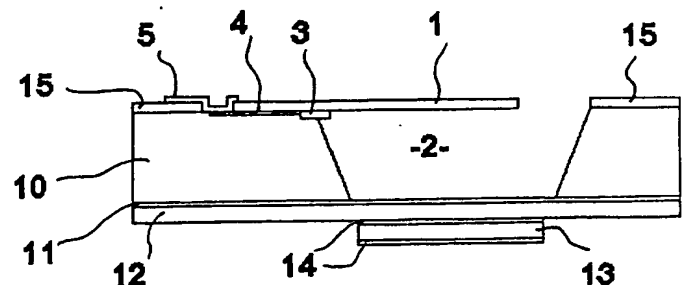
⑦ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑧ Erfinder:  
Hahn, Dietmar, Dr., 70839 Gerlingen, DE; Flik,  
Gottfried, Dr., 71229 Leonberg, DE; Herrmann, Falk,  
71229 Leonberg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤ Sensor insbesondere zur Messung der Viskosität und Dichte eines Mediums

⑤ Es wird ein Sensor vorgeschlagen, der eine Biegezunge (1) und einen Piezoschwinger (13) aufweist. Durch Anregung durch den Piezoschwinger (13) kann die Biegezunge (1) zu Schwingungen in einem Meßmedium angeregt werden. Dabei hängt die Schwingfrequenz und die Dämpfung der Biegezunge (1) von der Dichte bzw. der Viskosität des Meßmediums ab. Durch ein piezoresistives Element (3) kann dies gemessen werden und so die Dichte und Viskosität des Meßmediums bestimmt werden (Figur 1).



quenz der Biegezung 1 liegt. Alternativ ist es möglich Einzelimpulse zu verwenden oder aber den Piezoschwinger 13 mit einer Frequenz anzuregen, die einer Eigenfrequenz der Biegezung 1 entspricht. Es wird somit erreicht, daß die Biegezung 1 im sie umgebenden Medium schwingt. Diese Schwingung der Biegezung 1 kann mittels des piezoresistiven Widerstandselements 3 gemessen werden, da eine Abhängigkeit von der Auslenkung der Biegezung 1 entsprechende mechanische Spannungszustände im piezoresistiven Widerstandselement 3 erzeugt werden. Diese führen somit zu einem veränderten Widerstand des Widerstandselements 3 und können mittels der Zuleitungen 4 unter Kontaktierung 5 gemessen werden.

Durch Auswertung der Schwingung der Biegezung in dem Medium können Dichte und Viskosität bestimmt werden. Eine erste Möglichkeit besteht in der Geschwindigkeitsresonanz, d. h. die Biegezung wird durch eine Rückkopplungsschleife bei einer Frequenz betrieben, bei der die Geschwindigkeit im Umkehrpunkt maximiert wird. Diese Frequenz ist in guter Näherung nur von der Dichte des Mediums abhängig; die Breite der Resonanzkurve liefert dann die Viskosität. Diese Methode kann jedoch nur unter bestimmten Voraussetzungen angewandt werden. Durch die Schwingung der Biegezung bildet sich eine Welle im Medium aus, deren Wellenlänge sich aus der Frequenz der Biegezung und der Ausbreitungsgeschwindigkeit in dem Medium ergibt. Die Wellenlänge sollte deutlich größer sein als die geometrischen Abmessungen der Biegezung; je größer sie ist, umso geringer ist der Resteinfluß der Viskosität auf die Geschwindigkeitsresonanzfrequenz. Diese Voraussetzung werden in der Regel von sehr kleinen Biegeungen erfüllt. Eine weitere bzw. zusätzliche Möglichkeit bietet die Amplitudenresonanz, bei der durch die Rückkopplung die Amplitude der Schwingung maximiert wird. Die Amplitudenresonanzfrequenz hängt von der Dichte und der Viskosität ab, die Breite der Resonanzkurve von der Viskosität. Durch Differenzbildung des Meßwerts der Amplitudenresonanzfrequenz mit der Dichte (aus der Geschwindigkeitsresonanzfrequenz) oder der Viskosität (aus der Breite der Amplitudenresonanzkurve) kann dann der jeweils andere Meßwert bestimmt werden. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Beobachtung der freien Schwingung der Biegezung nach einer pulsartigen Anregung, bei der dann durch einen least-square-fit Viskosität und Dichte errechnet werden können.

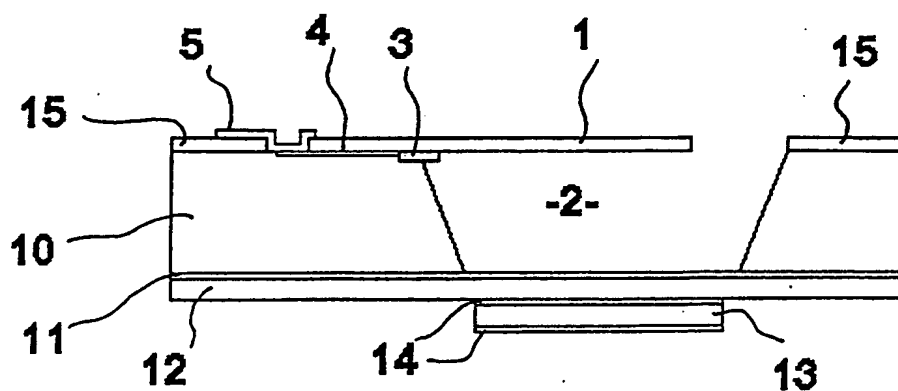
In der Fig. 2 wird noch mal eine Aufsicht auf den Sensor nach der Fig. 1 gezeigt, wobei zur Vereinfachung der Darstellung die Kontakte 5 und die Zuleitungen 4 nicht gezeigt werden. In der Aufsicht zu erkennen sind die Biegezung 1 und die Ätzgrube 2, die die Biegezung 1 umgibt. Exemplarisch wurden in der Aufsicht nach der Fig. 2 auch noch zwei piezoresistive Widerstandselemente 3 dargestellt, die im Aufhängungsbereich der Zunge 1 angeordnet sind. Derartige Mehrzahlen von piezoresistiven Widerstandselementen 3 lassen sich vorteilhafterweise zu Halb- oder Vollbrücken verschalten, wodurch die Auswertung der Signale vereinfacht wird. Weiterhin wird noch ein Platinwiderstandselement 16 gezeigt, das auf der Oberseite der Nitridschicht 15 angeordnet ist. Ein derartiges Platinwiderstandselement kann zur Messung der Temperatur des Mediums verwendet werden, da sowohl Viskosität wie auch Dichte eines Mediums (sowohl bei Flüssigkeiten wie auch bei Gasen) von der Temperatur abhängen. Eine derartige Temperaturmessung kann daher dazu herangezogen werden, den Temperatureinfluß auf Dichte und Viskosität herauszurechnen. Weiterhin wird so die Temperaturabhängigkeit der mechanischen Konstanten der Biegezung und somit auf die Resonanzfrequenzen berücksichtigt. Die dazu benötigten Schaltkreise können

auch in dem Siliziumsubstrat 10 selbst angeordnet sein. Derartige Schaltkreise wurden in der Fig. 2 exemplarisch durch den Block 17 angedeutet. Neben der Verwendung von mehreren piezoresistiven Widerstandselementen 3 können auch eine Vielzahl von Biegeungen 1 vorgesehen werden, die unterschiedliche Abmessungen aufweisen. Sie können daher mit unterschiedlichen Schwingungsfrequenzen angeregt werden, wodurch insbesondere bei einer Viskositätsmessung ein sehr großer Meßbereich abgedeckt werden kann.

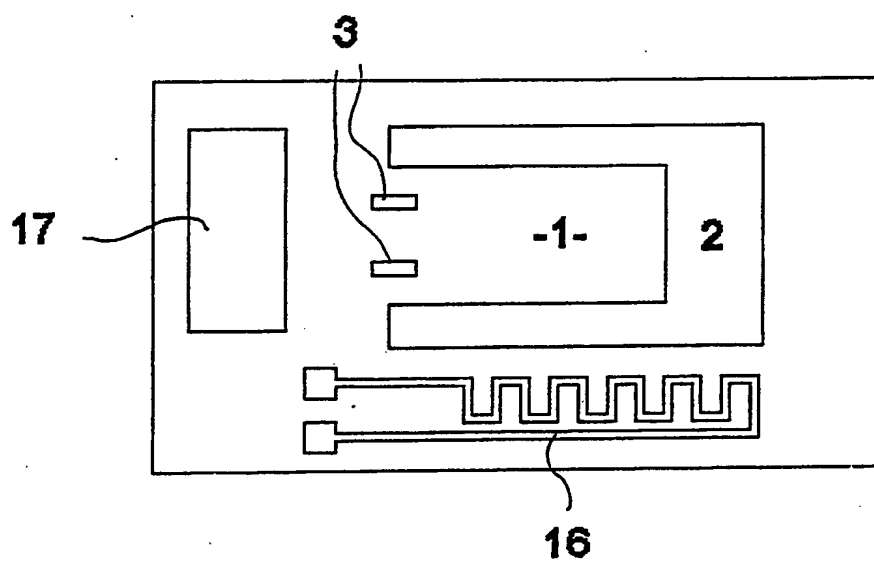
Die Verwendung einer Biegezung 1 ausschließlich aus Siliziumnitrid ist besonders vorteilhaft, da es sich dabei um ein chemisch besonders beständiges Material handelt. Durch die Ausbildung der Biegezung 1 aus einem einzigen Material werden thermische Verspannungen der Biegezung 1 vermieden. Alternativ kann die Biegezung 1 auch aus Siliziumoxid oder Metall oder einem Mischmaterial aus Siliziumoxid und Siliziumnitrid bestehen.

Das erfindungsgemäße Schwingungssystem ist sehr klein und kann daher auch für besonders kleine Flüssigkeitsmengen oder Gas Mengen Verwendung finden. Für die Herstellung werden ausschließlich bekannte Methoden der Halbleiterfertigung verwendet, so daß die Sensoren kostengünstig in großen Losen gefertigt werden können. Da belassen sich insbesondere auch Auswerteschaltungen integrieren. Weiterhin lassen sich durch den erfindungsgemäßen Sensor simultan Dichte und Viskosität eines Mediums messen. Der Piezoschwinger 13 ist vollständig vom Medium getrennt, so daß auch Materialien verwendet werden können, die von den zu messenden Medien angegriffen werden. Die unmittelbar mit dem Meßmedium in Kontakt stehenden Werkstoffe sind chemisch sehr beständig. Aufgrund der Verwendung nur eines Materials für die Biegezung 1 treten so gut wie keine thermischen Verspannungen auf. Weiterhin ist die Biegezung 1 sehr leicht, so daß Beschleunigungskräfte wie sie in mechanisch problematischer Umgebung wie beispielsweise einem Kfz auftreten, nur einen geringen Einfluß auf die Schwingung der Biegezung 1 haben. Die verwendeten piezoresistiven Widerstandselemente 3 sind sehr klein und haben daher einen vernachlässigbaren eigenen Effekt auf die Biegezung 1.

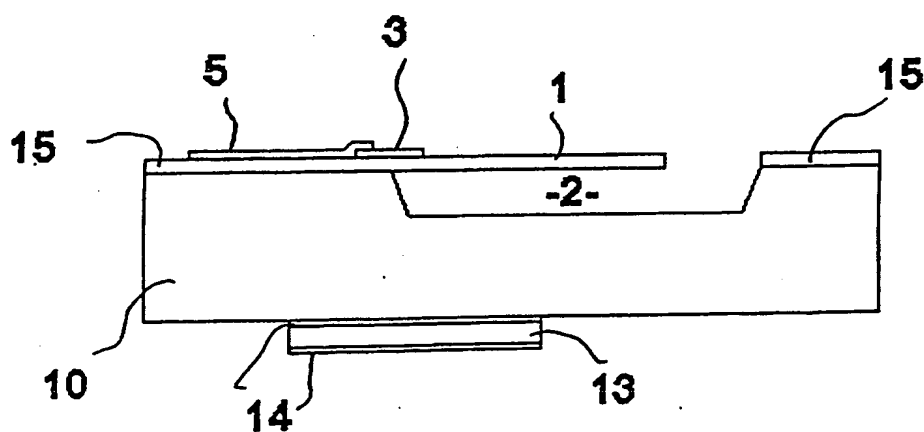
In der Fig. 3 wird ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Sensors im Querschnitt gezeigt. Auf einem Siliziumsubstrat 10 ist wiederum eine Siliziumnitridschicht 15 aufgebracht aus der eine Biegezung 1 heraus strukturiert ist. Unterhalb der Biegezung 1 ist wiederum eine Ätzgrube 2 angeordnet, die sich jedoch im Vergleich zur Ätzgrube 2 nach der Fig. 1 in eine geringere Tiefe in das Siliziumsubstrat 10 hinein erstreckt. Im Einspannbereich der Biegezung 1 ist wiederum ein piezoresistives Widerstandselement 3 angeordnet, welches hier jedoch auf der Oberseite der Biegezung 1 gelegen ist. Dabei handelt es sich insbesondere um ein piezoresistives Widerstandselement aus polykristallinem Silizium, welches durch einen entsprechenden Abscheidungs- und Strukturierungsprozeß auf der Siliziumnitridschicht 15 erzeugt wurde. Das piezoresistive Widerstandselement 3 ist hier unmittelbar mit einer Kontaktierung 5 versehen, die beispielsweise durch eine Metallschicht gebildet wird. Die Oberfläche des Piezoelements 3 ist noch mit einer dünnen, hier nicht dargestellten Passivierungsschicht aus Siliziumoxid oder Siliziumnitrid versehen, die Kontaktöffnungen für die Kontaktierung vorsieht und ansonsten das Piezoelement gegen aggressive Medien schützt. Die Kontaktierung 5 bildet hier sowohl eine Zuleitung wie auch eine Möglichkeit zum Anschluß von externen Verbindungsdrähten. Es können auch wieder mehrere Elemente zu einer Brücke verschaltet werden. Auf der Unterseite des Siliziumsubstrats 10 ist wiederum ein Piezoschwinger 13 mit Metallisierungen 14 angeordnet. Aufgrund



**Fig.1**



**Fig.2**



**Fig.3**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**